

Moderni raitiotie osana kaupungin joukkoliikennejärjestelmää

Tampere

3.12.2009

Antero Alku, DI

Alkutieto Oy

Esityksen sisältö

- Modernin raitiotien määrittely ja tekniikka
- Lyhyt historia
- Moderneja raitiotieratkaisuja
- Talous ja ilmasto
- Mahdollisuudet Suomessa

Mitä on nykyaikainen raitiotie?

- Kaikissa olosuhteissa muun liikenteen haittaamatta toimiva raideliikennejärjestelmä



3.12.2009

www.alkutieto.fi

3

Porto, Portugal 2007

Kaikissa olosuhteissa...

- Raitiotie toimii
 - Kadulla
 - Jakaa tilan muun liikenteen kanssa



Porto, Portugal 2007

Kaikissa olosuhteissa...

- Raitiotie toimii
 - Kadulla
 - **Kävelyalueilla**
 - Parantaa saavutettavuutta



Porto, Portugal 2007

Kaikissa olosuhteissa...

- Raitiotie toimii
 - Kadulla
 - Kävelyalueilla
 - **Omalla väylällä (kuten rautatie)**
 - Lyhentää reittiä ja nopeuttaa matkaa



Porto, Portugal 2007

Kaikissa olosuhteissa...

- Raitiotie toimii
 - Kadulla
 - Kävelyalueilla
 - Omalla väylällä (kuten rautatie)
 - **Eri tasossa (metrona, ilmaratana)**
 - Väistää ahtaan kaupunkirakenteen



Porto, Portugal 2007

...muun liikenteen haittaamatta...

- Pysäkiltä pysäkille pysähtymättä välillä
 - Omat kaistat
 - Muun katuliikenteen joukossa vain pienillä automäärillä
 - Mekaaninen este
 - Aita, korotus, viherkaista
 - Jotta kuljettajan ei tarvitse olla varuillaan autojen vuoksi



...muun liikenteen haittaamatta...

- Pysäkiltä pysäkille pysähtymättä välillä
 - Liikenne-etuudet
 - AJA (vihreä) raitiovaunulle vain silloin, kun vaunu tulee
 - Autoille ei punaista ellei raitiovaunua
 - Ei punaista raitiovaunulle



Strasbourg 2005

...raideliikenne-

- **Matkustusmukavuus**
 - Tasainen kulku
 - Kiskossa ei ole kuoppia ja kaivonkansia
 - Ei nykivää sivuttaisliikettä
 - Raiteilla ei ole nopeita sivuttaisliikkeitä kuten autoilla
- **Laajasti skaalautuva koko**
 - Pisimmät vaunut nykyään 52 m.
 - Vaunuista voi muodostaa junia
 - Katuliikenteessä maksimipituus 75 m
- **Taloudellisuus**
 - Pienimmät yksikkökulut matkustajaa kohden
 - Pitkä käyttöikä ja vähäiset huoltokustannukset
 - Edullinen uusiutuva energia



Karlsruhe 2005



Karlsruhe 2003

-järjestelmä.

- Raideliikenne ei korvaa busseja harvaan rakennetuilla alueilla,
 - mutta raide toimii busseille mahdottomissa tilanteissa
- Raitiotie tarjoaa hyvin palvelevan liitynnän muihin liikennemuotoihin,
 - koska raitiotie voi toimia kuten bussi tai juna



Siis raitiotie on...

- Väylä- ja liikennöinti-ratkaisu
 - Sama kalusto toimii eri ympäristöissä
 - Nopeus on lyhyen matka-ajan takaavaa palvelua, ei suurta huippunopeutta pitkän kävelyn kustannuksella



Teknisiä arvoja

- Yleisimmät raideleveydet 1000, 1067, 1435, 1524 mm
- Yleisimmät vaunun leveydet 2200–2400, 2650 mm
- Laiturikorkeus 150–350 mm (vanhat: 900–1000 mm)
- Minimikaarresäde 15–25 m
- Suurin nousukaltevuus 6–8 %
- Suurin kiihtyvyys ja hidastuvuus 1,3 m/s²
- Hätäjarrutushidastuvuus 2,6–3,0 m/s²
- Vaunukaluston huippunopeus 65–100 km/h
- Pysäkkiaika 10–15 s
- Pysäkkivälin aika 1(–2) min
- Linjanopeus (pysähdyksineen)
 - kävelyalue 10–15 km/h
 - katualue 25–30 km/h
 - erillisrata 35–60 km/h
- Lyhin mahdollinen vuoroväli 60 s (maanpinnalla näkemäohjauksessa)
- Suurin kiinteä yksikön pituus (2009) 52 m
- Suurin junan pituus kadulla 75 m
- Vaunun kapasiteetti 4–5,5 hlö/m
- Yhden raiteen kapasiteetti 750–20 000 hlö/h



Modernin raitiotien lyhyt historia

3.12.2009

www.alkutieto.fi

14

Lyhyt historia 1/5

- Stadtbahnin idea Saksassa 1960-luvulla
 - Raitiovaunun ja metron integrointi
 - Keskustassa maan alla, esikaupungeissa kadulla
 - Esimetro, joka muutetaan myöhemmin metroksi



Lyhyt historia 2/5

- 1970-luku:
öljykriisi ja
joukkoliikennekadut
 - Autoilun kasvulle ei ole kaupungeissa tilaa
 - Liikkeet menestyvät parhaiten kävelyalueilla
 - Stadtbahnin metroajatus hylättiin



Freiburg 2005

Lyhyt historia 3/5

- 1980-luku:
muu maailma
kiinnostuu
 - Euroopassa 16 uutta raitiotietä
 - USA kopioi Stadtbahnin
 - Englanninkielisissä maissa nimeksi Light Rail
 - Matalalattiavaunut



Pariisi 2002

Lyhyt historia 4/5

- 1990-luku:
raitiotiestä tulee
kaupunkikehityksen
keino
 - Strasbourgiin
raitiotie, jotta autot
saatiin pois
keskustasta ja
liikkeet
menestymään
 - Integraatio jatkuu:
Tram-Train,
raitiovaunut
junaradoille
Karlsruhessa



Strasbourg 2005

Lyhyt historia 5/5

- 2000-luku:
suosio kasvaa,
tekniikka kehittyy
 - Euroopassa 46 uutta raitiotietä 2001 lähtien
 - Historiallisiin ympäristöihin ilman ilmajohtoa
 - Integraatio jatkuu: hybriditekniikalla sähköistämättömille radoille



Åtvidaberg, Ruotsi 2006, kuva Lauri Rätty

The background is a faded, light-colored image of a city street. In the foreground, a tram is visible, moving towards the viewer. The street is lined with multi-story buildings, and there are people walking on the sidewalks. The overall tone is warm and slightly desaturated.

Raitiotieratkaisuja

3.12.2009

www.alkutieto.fi

20

Auton jäljittelystä joukkoliikenteen ylivoimatekijöihin



Freiburg 2006, Kuva T Gustafsson

- 1980-luvulla ryhdyttiin korostamaan raidejoukkoliikenteen mahdollisuuksia
 - Liikennetilän käytön tehokkuus
 - Ei tarvitse pysäköintipaikkoja
 - Soveltuminen kävely-ympäristöön
 - Riippumattomuus ruuhkista
 - Täsmällisyys
 - Erilaisten väylätyyppien integroitavuus = yhtenäinen kalusto

Auton jäljittelystä joukkoliikenteen ylivoimatekijöihin



- Palvelujärjestelmästä yhdyskuntarakenteen peruspilariksi
 - Raideliikenteestä kaupunkien menestystekijä
 - Vanhojen keskustojen elvyttäjä
 - Lähiöiden statuksen nostaja
 - Naapurikaupunkien yhdistäjä

Saavutettavuus

- Raideliikenne tulee asiakkaiden luokse, ei päinvastoin
 - Pysäkit asuntojen, palveluiden ja työpaikkojen kohdalla
 - Laaja, hajautettu rataverkko
 - Suorat yhteydet kävelykeskuksiin



Düsseldorf 2003



Karlsruhe 2003

Saavutettavuus

- Helppo saavutettavuus
 - Vaihdot yhdessä tasossa laiturin yli
 - Liityntä polkupyörällä ja autolla
- Matalalattiakalusto
 - Esteettömyys, mukavuus, nopeus
- Avorahastus
 - Kustannustehokkuus, nopeus
 - Automaatit pysäkeillä tai vaunuissa



Ympäristö

- Viihtyisä ympäristö
 - Nurmetettu rata on kaunis, hiljainen ja pölytön
 - Rata on osa puistoa
- Avara sisustus
 - Suuret ikkunat: kaupunkitila jatkuu vaunun sisällä
 - Rauhoittava muotoilu ja värytys
- Korkea palvelutaso
 - Säännöllisyys, ei liian tiheä vuoroväli
 - Vakiominuutit
 - Liikenne jatkuu myös iltaan
 - Joukkoliikenteellä voi lähteä vapaalle, kun sillä pääsee myös kotiin



Freiburg 2005



Strasbourg 2003

Integroitu raideliikenne



Integroitu raideliikenne

- Sama kalusto rautateillä ja kadulla
- Poistaa junien ”jäykkyyden”
- Vältetään vaihto junasta kaupunkiliikenteeseen
- Käytetään hyödyksi jo tehdyt raide- ja taajamainvestoinnit



Freudenstadt 2006, kuva M. Laaksonen

Integroitu raideliikenne



- **Lähtökohtana raitiovaunu**
 - Katuliikenteen mitoitus junakalustoa tiukempi
 - Kapeampi kuin juna
 - Suurin akselipaino 8–10 ton.
- **Lisävarustus**
 - Kaksivirtatekniikka
 - Pyöräprofiili
 - Kulunvalvonta
 - Törmäysvahvistus
 - Astinlaudat

Integroitu raideliikenne

- Hybridivaunut
 - Toimivat sekä sähköllä että dieselillä
 - Sama palvelu sähköistämättömille radoille kuin sähköistetyille
 - Suorituskyky sama sähköllä ja dieselillä



Ruotsi 2006, kuva Lauri Rätty

Miten toimii integroitu raideliikenne?

- **Palvelee päivittäistä liikkumista seudulla ja taajamien välillä**
 - Työ-, koulu-, asiointi- ja vapaa-ajan liikenne
- **Pysäkkiväli 0,4–4 km.**
 - Pysäkit kyläkeskuksissa
 - Keskeisissä taajama-kohteissa rata katuverkkoon
- **Vuoroväli enintään 1 tunti**
 - Käyttäjämäärän mukaan mieluummin tiheämpi palvelu



Helsingør 2008, kuva J Nordlund



Talous ja ilmasto

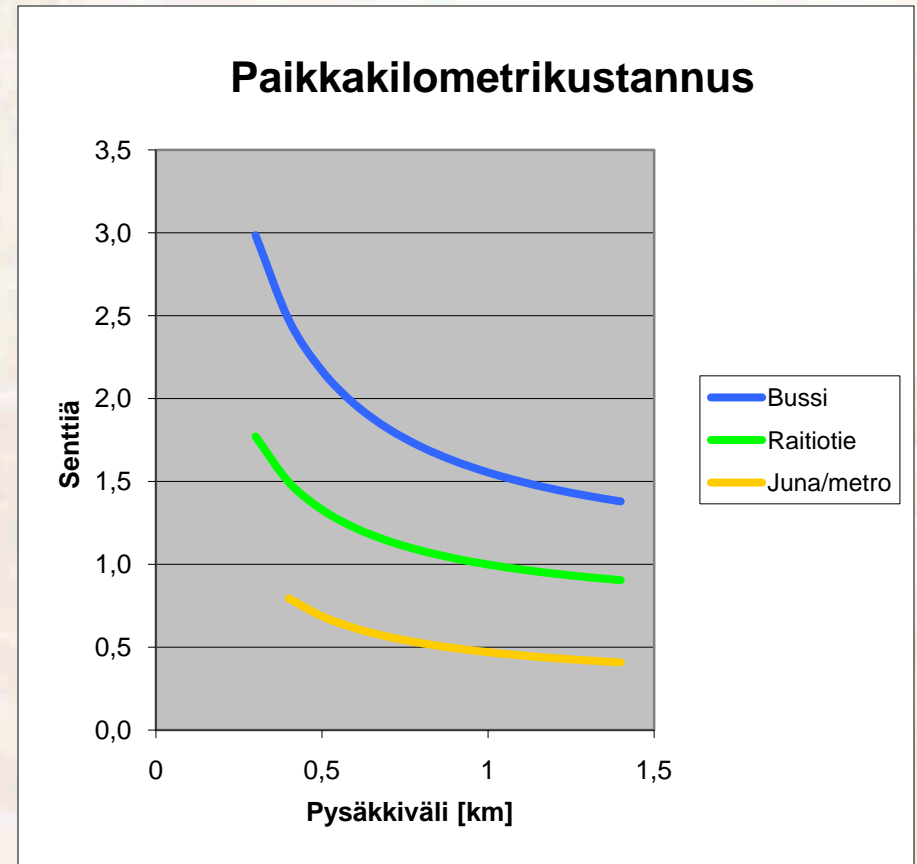
3.12.2009

www.alkutieto.fi

31

Raitioliikenne on edullista

- Liikennöinti n. 40 % halvempaa kuin bussilla
- Sopii katutilaan
- Palvelee kävely-etäisyydellä
- Ei edellytä kalliita eritasoratkaisuja
- Ei edellytä melu- ja suojavaoähykkeitä



Kokonaiskustannukset

- Raide ei ole tietä kalliimpi
 - Rakennettavissa jopa katua halvemmalla
 - Säästöt muussa katuverkossa ja pysäköintitilassa
 - Pitkäikäinen ja edullinen ylläpitää, tuottoaika yli 100 vuotta
- Liikennöinti ja väylä yhteensä edullisinta joukkoliikennettä
 - Optimaalinen toiminta-alue alkaen n. 1000 hlö/h tai 12 min. vuoroväli
 - Edullisuus = kokonaistalous eli kulut suhteessa matkamääriin ja lipputuloihin



Witten, Saksa 2003

Käyttö ylittää usein ennusteet

- Raidekerroin
 - Samalla linjalla enemmän käyttäjiä raitiotienä
 - Bussi 17 ja raitiolinja 9 Helsingissä +65 %
 - Linja 1 Freiburgissa +80 %
 - Usein 30–50 %
 - Esim. Turun lakkautukset
- Uudet raitiotiet ja laajennukset
 - Bremen, Freiburg, Linz, Rouen, Strassburg jne.



Sopii suomalaisiin kaupunkeihin

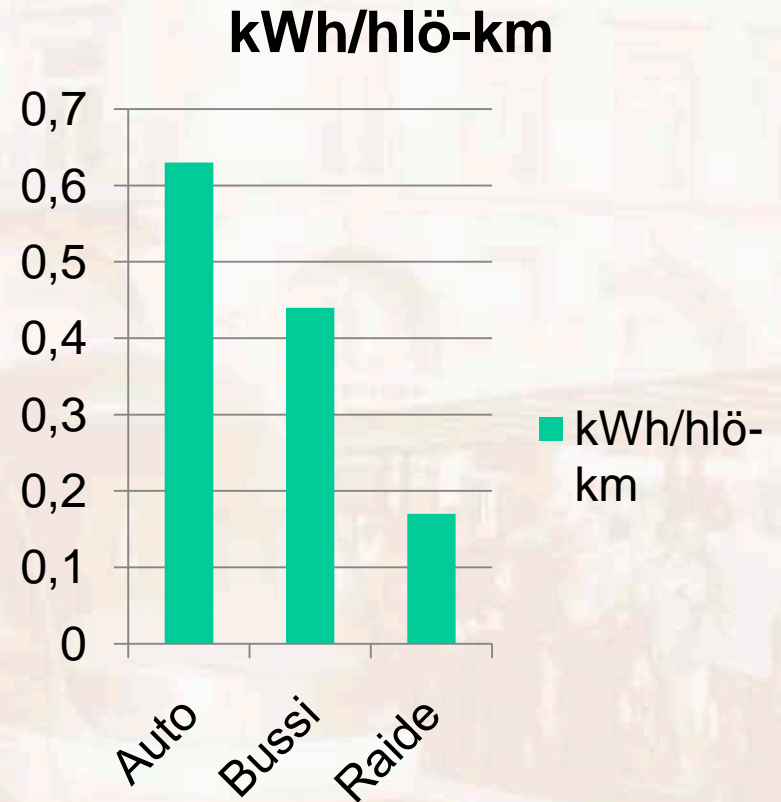
- Lähiörakentaminen Suomessa kuten Keski-Euroopassa
 - 1000–2000 as./km²
- Vähentää auton omistusta
 - Erityisesti 2 auton talouksia
- Parempaa maankäyttöä
 - Lyhyemmät kävelymatkat
 - Enemmän tilaa viheralueille
 - Tilaa tehdä myös pientaloja



Porto, Portugal 2007

Päästötön ja uusiutuva

- **Energiätehokkain kaupunkiliikennemuoto**
 - Raideliikenne ylivoimainen kumipyöriin nähden
- **Raitiovaunu toimii jo nyt uusiutuvalla energialla**
 - CO₂-päästö riippuu sähkön tuotantotavasta
 - Uusiutuvat <25 g/kWh
 - Auto 300 g/kWh
- **Ylivoimainen päästöissä**
 - Auton päästöt yli 40 x raideliikenne uusiutuvalla sähköllä



Tilastot: H:gin liikenne 2007



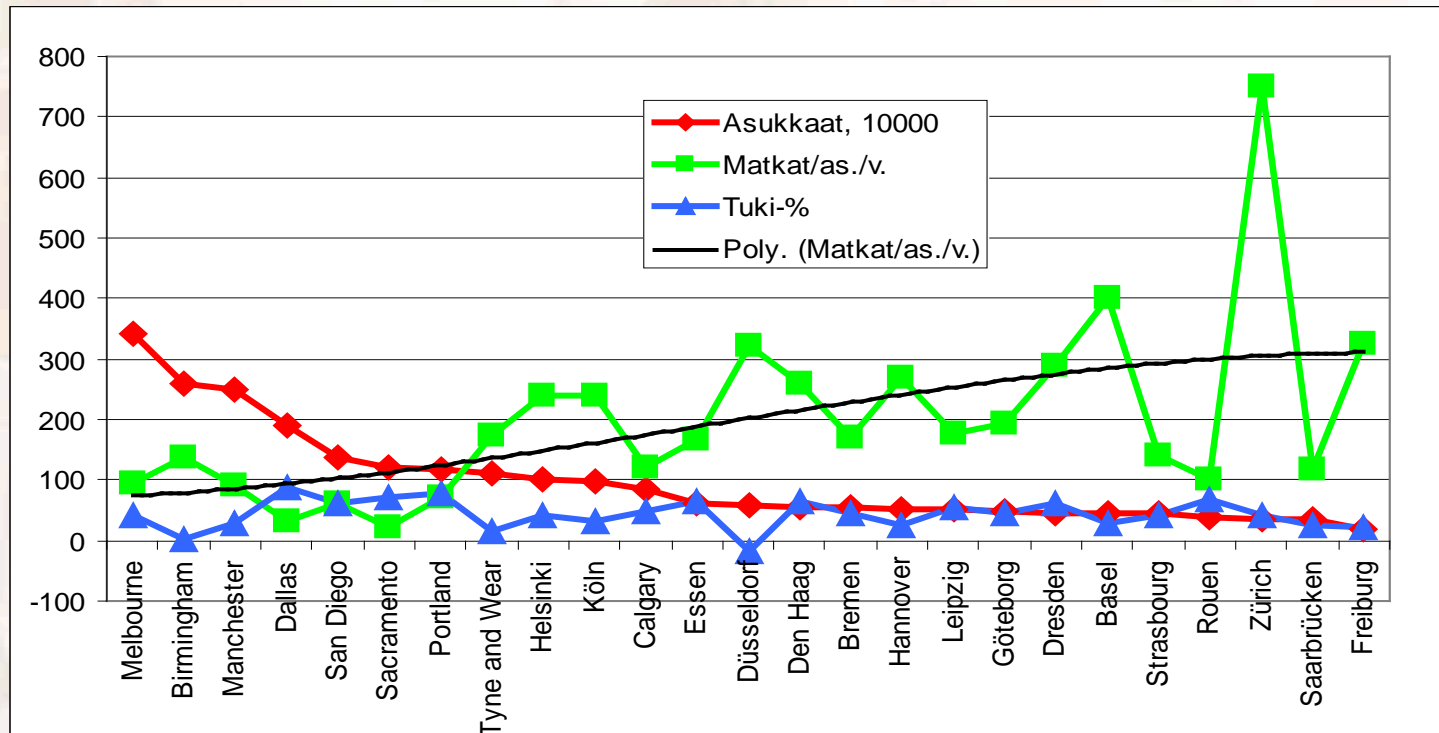
Mahdollisuudet Suomessa

3.12.2009

www.alkutieto.fi

37

Kaupungin koko ja joukkoliikenne

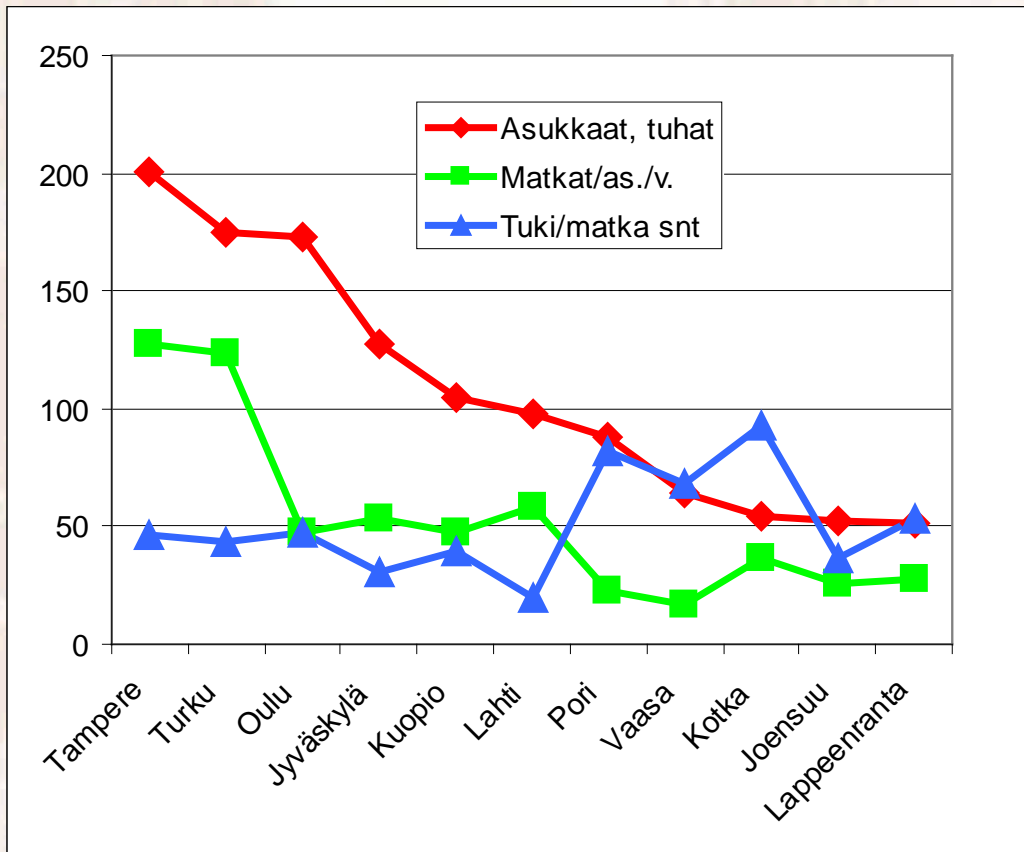


- Kaupunkiseudut, maailma

- Ei löydy tukea ajatukselle kaupungin koosta tai tuen määrästä
- Merkittävät yhteydet matkamäärään olivat saavutettavuudessa

Lähde: Future of Urban Transport,
Helsingin osalta HKL ja YTV

Kaupungin koko ja joukkoliikenne



- Keskiuuret kaupungit, Suomi
- Ratkaisevaa ei ole väestön tai tuen määrä
- Ero on palvelutaso ja liikenteen organisointi
 - Tampere ja Turku: kunnan järjestämä joukkoliikenne
 - Kaavoitus ja liikenne samalla vastuulla

Lähde: Joukkoliikenne keskiuureissa kaupungeissa, LVM 2/2005

Ratkaisevaa on kaupunkirakenne

- Suomen kaupungit on rakennettu samalla tehokkuudella kuin keskieurooppalaiset raitioteiden palvelemat alueet
 - 1000–2000 hlö/km² kävelyetäisyydellä pysäkeistä
- Rautateiden hyödyntämisessä integraatiolla sama potentiaali Suomessa kuin Keski-Euroopassa
 - Radat usein vähäisellä käytöllä
- Henkilöautoilun liikenneverkko ja kaupunkirakenne ylipäättään joukkoliikenteen este
 - Bussiliikennekään ei voi menestyä autoilijoille rakennetussa kaupungissa
- Raideliikenne ei itsetarkoitus, vaan tavoitteena hyödyt, joita saatavissa nimenomaan raideliikenteellä
 - Matkustusmukavuus, ympäristötekijät

Suuret kaupunkiseudut

- **Pääkaupunkiseutu**
 - Itsenäinen verkosto
 - Nykyisen raitiotien laajennus ja tekninen uudistaminen
 - Käynnissä: entiset satamat, Laajasalo, Jokeri, Östersundom
- **Tampere, Turku**
 - Joukkoliikenteen palvelutason ja kapasiteetin nosto
 - Keskustan vetovoiman parantaminen
 - Potentiaali integroinnista rautateihin

Seudut

- Ratavarsien hyödyntäminen
 - Integroitu liikenne, paikallisjunalla suoraan liikekeskustan kaduille
- Seudun keskuskaupungin saavutettavuuden parantaminen
 - Palvelee myös naapurikaupunkeja ja radanvarsikyliä
- Ympäristö- ja ilmastoystävällinen kaupunkirakentaminen
 - Kokemuksen mukaan paras keino kilpailla autoilua vastaan
- Imagotekijät
 - ”Oikeassa kaupungissa on ratikka”

Tulevaisuuden liikenteen haasteet?

- Liikenteen haaste ei ole keksiä, miten voidaan jatkaa autoiluun perustuvaa elämäntapaa, vaan
- **Miten voidaan elää ilman autoa**
 - ...ja saada parempi elinympäristö



Kiitos!

www.alkutiето.fi
www.kaupunkiliikenne.net



3.12.2009

44